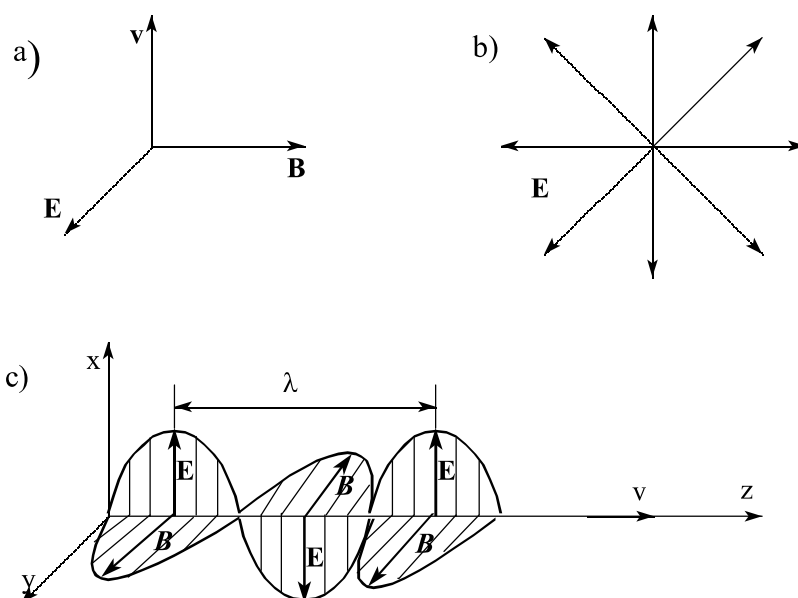


Polaryzacja światła

Fale świetlne są falami elektromagnetycznymi, które rozchodzą się w próżni z prędkością $v=c$ równą około 3×10^8 m/s (jest to największa prędkość występująca w przyrodzie).

Periodycznym zmianom w czasie i przestrzeni podlegają w nich wektory natężenia pola elektrycznego \mathbf{E} oraz indukcji magnetycznej \mathbf{B} . Trójka wektorów \mathbf{E} , \mathbf{B} i \mathbf{v} tworzy prostokątny układ współrzędnych. W świetle pochodzącym ze zdecydowanej większości naturalnych źródeł, wektory \mathbf{E} i \mathbf{B} , pozostając między sobą prostopadłe, przyjmują dowolne orientacje, kręcąc się wokół wektora prędkości \mathbf{v} .

Ze światłem *spolaryzowanym liniowo* mamy do czynienia wtedy, gdy kierunek drgań wektora \mathbf{E} (podobnie też i \mathbf{B}) leży w jednej płaszczyźnie. Wszystkie wspomniane relacje przedstawiono na poniższym rysunku. W zależności od wzajemnej konfiguracji wektorów \mathbf{E} , \mathbf{B} , \mathbf{v} rozróżniamy polaryzację prawo lub lewoskrętną.



- a) Wzajemna orientacja wektorów \mathbf{E} , \mathbf{B} , \mathbf{v} w fali elektromagnetycznej,
b) w świetle naturalnym wektor \mathbf{E} przyjmuje do dowolne orientacje wokół wektora prędkości fali,
c) w świetle spolaryzowanym liniowo wektor \mathbf{E} pozostaje w jednej płaszczyźnie, podobnie wektor \mathbf{B} ; oba wektory są w każdej chwili prostopadłe do siebie jak i do wektora prędkości \mathbf{v} .

Jeśli koniec wektora \mathbf{E} (zwanego też wektorem świetlnym) obraca się wokół kierunku wektora prędkości nie zmieniając swojej długości to mamy do czynienia ze światłem *spolaryzowanym kołowo*. Istnieje też polaryzacja eliptyczna – wtedy koniec wektora \mathbf{E} opisuje elipsę.

W dalszej części rozważań zajmować się będziemy tylko polaryzacją liniową. Zjawisko polaryzacji zostało wykryte przez Malusa; badali je także Young i Fresnel.

Polaryzacja światła przez odbicie

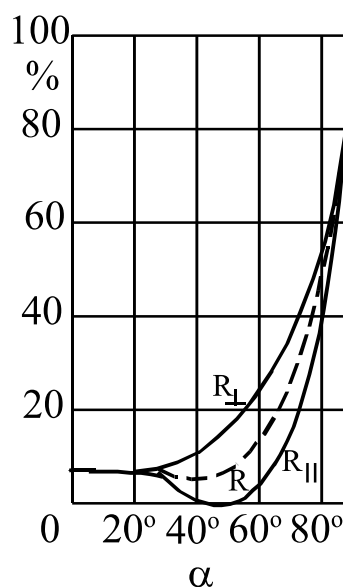
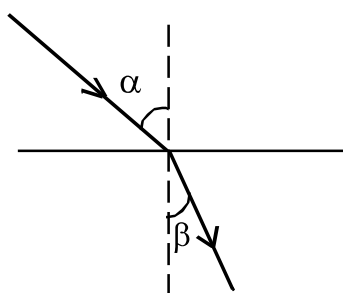
Stwierdzono doświadczalnie, że światło naturalne można spolaryzować liniowo przez odbicie od powierzchni przezroczystego dielektryka. Poniższy rysunek pokazuje, że zdolność odbicia

dla światła, w którym wektor \mathbf{E} leży w płaszczyźnie padania (R_{\parallel}) zachowuje się w zależności od kąta padania inaczej, niż dla światła z wektorem \mathbf{E} prostopadłym do płaszczyzny padania (R_{\perp}) (płaszczyznę padania wyznaczają promień padający oraz normalna do powierzchni ciała odbijającego). Wynika stąd, że dla pewnego kąta α_p pod którym pada na dielektryk światło naturalne mamy $R_{\parallel}=0$ i w konsekwencji w świetle odbitym wystąpią tylko drgania wektora \mathbf{E} prostopadłe do płaszczyzny padania (nie będzie natomiast drgań \mathbf{E} w płaszczyźnie padania). Stwierdzono, że zachodzi to gdy:

$$\alpha_p + \beta = 90^\circ$$

Wyrażmy kąt α_p przez współczynnik załamania n dielektryka, od którego następuje odbicie światła:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin \alpha_p}{\sin(90^\circ - \alpha_p)} = \frac{\sin \alpha_p}{\cos \alpha_p} = \operatorname{tg} \alpha_p$$

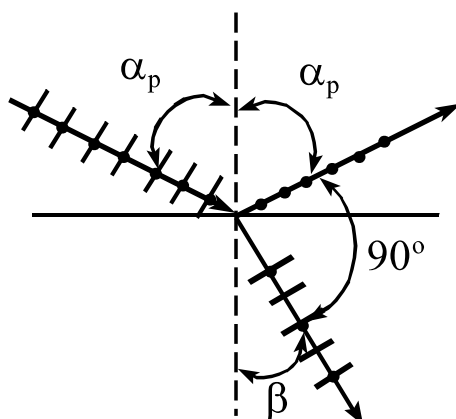


*Zdolność odbicia światła od powierzchni dielektryka, jeśli \mathbf{E} jest równoległe do płaszczyzny padania (R_{\parallel}) oraz gdy jest prostopadłe do tej płaszczyzny (R_{\perp}) w funkcji kąta padania (na podstawie: J. Massalski, M. Massalska, *Fizyka dla inżynierów*, WNT, W-wa, 1980)*

A zatem:

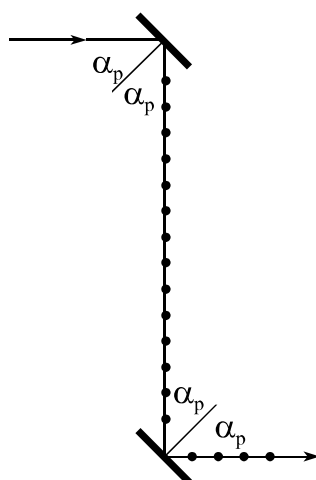
$\operatorname{tg} \alpha_p = n$	(33)
----------------------------------	------

Jest to prawo Brewstera.



Rysunek powyższy przedstawia schematycznie odbicie światła pod kątem Brewstera. Jeśli światło naturalne pada pod kątem Brewstera na płytkę szklaną (o współczynniku załamania $n=1.54$), to odbija się 16.5 % natężenia światła o drganiach prostopadłych do płaszczyzny padania i 0 % natężenia światła o drganiach równoległych do płaszczyzny padania. Natomiast do promienia załamanego przejdzie 100 % natężenia światła o drganiach równoległych i 83.5 % natężenia o drganiach prostopadłych.

Ciekawe doświadczenie można przeprowadzić przy użyciu dwóch równolegle ustawionych lusterek. Na górne zwierciadło (polaryzator) pada strumień światła pod kątem Brewstera, który po odbiciu pada na drugie zwierciadło (analizator). W sytuacji, gdy oba zwierciadła są równoległe – otrzymujemy maksymalne natężenie światła odbitego od dolnego zwierciadła; dzieje się tak ponieważ, w promieniu odbitym od górnego zwierciadła występują tylko drgania prostopadłe do płaszczyzny padania, które są z kolei w 100% odbijane przez zwierciadło dolne. Jeśli natomiast będziemy obracać drugie lustro wokół promienia nań padającego (o orientacji pionowej na rysunku), to wprowadzimy kąt padania pozostały stały (równy α_p), ale zmieni się orientacja płaszczyzny padania. W efekcie drgania wektora \mathbf{E} nie są już prostopadłe do płaszczyzny padania (na dolne lustro) i natężenie światła odbitego zmaleje. Osiągnie ono zerową wartość, gdy obrócimy dolne lustro o 90° . Obracając dalej dolne lustro wokół promienia padającego, zarejestrujemy na przemian maksymalną i minimalną jasność promienia odbitego.



Dwa lusterka (analizator i polaryzator) ustawione są początkowo równoległe. Obracając dolne lustro wokół promienia nań padającego, zaobserwujemy cykliczne (co 90°) maksima i minima natężenia światła odbitego.